



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PROTO DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

Relação entre a força e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros e a produção de força em situação de nado real. Um estudo piloto em jovens nadadores

João Pedro Dos Santos Peixe

Orientação: Prof. Dr. Nuno Batalha

Mestrado em Exercício e Saúde

Dissertação

Évora, Ano 2013



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PROTO DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

Relação entre a força e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros e a produção de força em situação de nado real. Um estudo piloto em jovens nadadores

João Pedro Dos Santos Peixe

Orientação: Prof. Dr. Nuno Batalha

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Nuno Batalha, meu orientador, por me ter apoiado incondicionalmente durante toda a elaboração desta dissertação. Pela longa amizade, ainda dos meus tempos de atleta federado de natação e também pela enorme confiança que tem em mim. Não poderia deixar de referir também o enorme conhecimento científico e dedicação que possui, sem o qual não teria sido possível concluir este trabalho.

Ao Mestre Nuno Amaro pelo apoio prestado na recolha dos dados e posterior análise para a realização desta dissertação.

Aos docentes Orlando Fernandes, João Paulo Sousa e Catarina Moraes do Proto-Departamento de Desporto e Saúde, da Universidade de Évora pelo apoio prestado.

Ao Aminata Évora Clube de Natação por ter disponibilizado as suas instalações desportivas e aos nadadores que participaram neste estudo. Sem eles era impossível ter realizado esta dissertação.

Ao meu Irmão, por ser o meu ídolo. Pelo apoio que me deu na realização desta dissertação.

Aos meus Pais, por acreditarem sempre no meu valor e nunca me deixarem desistir dos meus objetivos. Obrigado por tudo o que fizeram (e fazem!) por mim.

À Catarina Pessanha pelo equilíbrio emocional e pelo constante incentivo.

Resumo

O estudo apresentado nesta dissertação teve como objectivo principal avaliar possíveis relações entre os valores força e equilíbrio muscular dos rotadores do ombro, com a produção de força que é realizada na água, em situação de nado amarrado e a prestação (performance) em jovens nadadores.

Vinte e dois nadadores (idade: $13,82 \pm 1,53$ anos), masculinos (N=14) e femininos (N=8), foram avaliados no início de época ao nível da força e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros através da realização de dois protocolos isocinéticos, 3 repetições a $60^\circ/\text{s}$ e 20 repetições a $180^\circ/\text{s}$. Para além destes dois protocolos isocinéticos, os nadadores realizaram um protocolo em situação de nado amarrado, 30 segundos à máxima velocidade na técnica de crol. Para avaliação da performance os nadadores realizaram um *sprint* de 50m crol onde foi cronometrado o tempo. A estatística descritiva foi utilizada como forma de caraterizar a amostra em todas as variáveis utilizadas. Foi ainda realizada uma análise correlacional (Coeficientes de Correlação r – produto-momento de Pearson) entre todos os parâmetros de força isocinética, nado amarrado e variável de prestação.

Através da análise dos resultados obtidos nos testes isocinéticos verificamos que os nadadores possuem valores de rácio baixos comparativamente aos valores normativos. Não foram encontradas relações entre o equilíbrio/desequilíbrio muscular e a produção de força dentro de água. Por outro lado, existe uma relação entre a força isocinética, a performance de nado e entre o protocolo de 30 segundos à máxima velocidade e a performance em situação de nado real.

Palavras-chave: Força isocinética; equilíbrio muscular; rotadores do ombro; nado amarrado; performance.

Abstract

Relationship between strength and muscular balance of the shoulder rotators with force production performed in swimming. A pilot study in young swimmers.

The study presented in this thesis aims to evaluate possible relationships between the values strength and muscular balance of the shoulder rotators with force production performed in water in a situation of tethered swimming and performance in young swimmers.

Twenty-two swimmers (age: 13.82 ± 1.53 years), male (N = 14) and female (N = 8) were assessed at the beginning of the season in their level of strength and muscular balance of the shoulder rotators, performing two isokinetic protocols, 3 repetitions at $60^\circ/\text{s}$ and 20 repetitions at $180^\circ/\text{s}$. Besides these two isokinetic protocols, the swimmers performed a protocol in a situation of tethered swimming, 30 seconds at maximum speed in freestyle technique. To assess their performance, swimmers performed a 50m freestyle time trial sprint. Descriptive statistics were used in order to characterize the sample on all variables used. A correlational analysis was also conducted (correlation coefficients r - Pearson product-moment) between all parameters of isokinetic strength, tethered swimming and performance variable.

Through the analysis of the results obtained in isokinetic tests we found that swimmers have low ratio values compared to normative values. There was no relationship between the balance / imbalance and muscle force production in the water. On the other hand, there is a relationship between the isokinetic strength, swimming performance and between the 30 seconds protocol at maximum speed and performance in swimming real situation.

Keywords: isokinetic strength, muscle balance; shoulder rotators; tethered swimming; performance.

Índice Geral

| | |
|---|-----------|
| Capítulo I - Introdução | 2 |
| 1. Enquadramento do estudo | 2 |
| 2. Definição do tema em estudo | 3 |
| 3. Objetivos do estudo | 4 |
| | |
| Capítulo II – Revisão de Literatura | 6 |
| 1. Ações musculares na Natação Pura Desportiva | 6 |
| 2. Equilíbrio e Desequilíbrios musculares nos rotadores do ombro na Natação Pura Desportiva | 11 |
| 3. Avaliação isocinética dos rotadores do ombro | 12 |
| 3.1. Análise e interpretação dos dados isocinéticos | 13 |
| 3.1.1 Rácios Unilaterais | 14 |
| 3.1.2 Rácio de Fadiga ou Índice de Fadiga | 15 |
| 3.1.3 Comparações Bilaterais | 16 |
| 3.1.4 Valores Normativos | 17 |
| 3.1.5 Correção ao efeito da gravidade | 17 |
| 4. Avaliação Nado Amarrado | 18 |
| 4.1 Diferenças na produção de força bilateral no nado amarrado | 18 |
| 4.2 Influência dos membros inferiores na técnica de crawl no nado amarrado | 19 |
| 5. Relação entre testes isocinéticos e performance funcional em atividades que envolvem os membros superiores | 20 |
| | |
| Capítulo III – Metodologia | 22 |
| 1. Amostra | 22 |
| 2. Procedimentos | 22 |
| 2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro | 22 |
| 2.1.1 Instrumento, posição angular, velocidade angular e protocolos de avaliação utilizados | 23 |
| 2.1.2 Variáveis de estudo | 24 |
| 2.2. Avaliação de força específica, em situação de Nado Amarrado | 25 |

| | |
|--|--------|
| 2.2.1 Instrumento e protocolo de avaliação utilizado | 25 |
| 2.2.2 Variáveis de estudo | 26 |
| 3. Tratamento Estatístico | 27 |
| Capítulo IV – Apresentação dos Resultados | 29 |
| 1. Variáveis de força isocinética | 29 |
| 2. Variáveis de força em situação de nado amarrado | 31 |
| 3. Variáveis de performance | 31 |
| 4. Correlações entre variáveis | 32 |
| 4.1.1 Força Isocinética vs Nado Amarrado | 32 |
| 4.1.2 Força Isocinética vs Performance | 34 |
| 4.1.3 Nado Amarrado vs Performance | 38 |
| Capítulo V – Discussão dos Resultados | 40 |
| 1. Variáveis de força isocinética | 40 |
| 2. Variáveis de força em situação de nado amarrado | 42 |
| 3. Variáveis de performance | 43 |
| 4. Correlações entre variáveis | 43 |
| 4.1.1 Força Isocinética vs Nado Amarrado | 44 |
| 4.1.2 Força Isocinética vs Performance | 45 |
| 4.1.3 Nado Amarrado vs Performance | 46 |
| 5. Limitações do estudo | 47 |
| Capítulo VI – Conclusões | 48 |
| Capítulo VII – Hipóteses de Estudo | 50 |
| Capítulo VIII – Bibliografia | 52 |
| Anexos | 60 |

Índice de Figuras

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1: | Posição inicial da avaliação isocinética | 23 |
| <hr/> | | |
| Figura 2: | Protocolo utilizado para avaliar a força específica: (a) nado completo (crol); 1 – Célula de Carga; 2 – Registo de dados; 3 – Computador Portátil | 26 |
| <hr/> | | |

Índice de Quadros

| | | |
|-------------------|---|----|
| Quadro 1: | Caracterização da amostra | 22 |
| Quadro 2: | Avaliação dos Peak-Torques (Nm) e Rácios (%) e Trabalho Total (Wt) por género. | 29 |
| Quadro 3: | Avaliação dos Peak-Torques (N), Rácios (%), Índices de Fadiga (%) e Trabalho Total (Wt) por género. | 30 |
| Quadro 4: | Avaliação da Força Máxima (N), Força Mínima (N) e Índices de Fadiga (%) por género, em situação de nado amarrado. | 31 |
| Quadro 5: | Melhor tempo em segundos, por género. | 32 |
| Quadro 6: | Relação entre variáveis de força isocinética a 60°/s (PT-RI e PT-RE) e nado amarrado (F.máx e F.min). | 32 |
| Quadro 7: | Relação entre variáveis de força isocinética a 180°/s (PT-RI e PT-RE) e nado amarrado (F.máx e F.min). | 33 |
| Quadro 8: | Relação entre Trabalho Total (Wt) a 60°/s e nado amarrado (F.máx e F.min). | 33 |
| Quadro 9: | Relação entre Trabalho Total (Wt) a 180°/s e nado amarrado (F.máx e F.min). | 34 |
| Quadro 10: | Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m) | 34 |
| Quadro 11: | Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m). | 35 |
| Quadro 12: | Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m) no género masculino. | 35 |
| Quadro 13: | Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m) no género masculino. | 36 |
| Quadro 14: | Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m) no género feminino. | 36 |
| Quadro 15: | Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m) no género feminino. | 36 |
| Quadro 16: | Relação entre Trabalho Total (Wt) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m). | 37 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Quadro 17: | Relação entre Trabalho Total (Wt) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m). | 37 |
| Quadro 18: | Relação entre variáveis do nado amarrado (F.máx e F.min) e performance (melhor tempo 50m). | 38 |

Lista de Abreviaturas

F.máx – Força máxima absoluta

F.min – Força mínima absoluta

IF – Índice de Fadiga

MD – Membro Dominante

MND – Membro Não-Dominante

PT – Peak Torque

RE – Rotadores Externos

RE/RI – Rácio entre rotadores externos e rotadores internos

RI – Rotadores Internos

Wt – Trabalho Total

Capítulo I - Introdução

1. Enquadramento do estudo
2. Definição do tema em estudo
3. Objetivos do estudo

Capítulo I – Introdução

1. Enquadramento do estudo

A natação está entre as modalidades desportivas mais difundidas e populares do mundo (Platonov, 2005), é cliché habitual afirmar-se que se encontra no topo dos desportos mais completos do ponto de vista físico e já aceitámos essa afirmação como verdadeira, embora possamos verificar diversos parâmetros que analisam metodicamente e detalhadamente os resultados finais. O tema da força e equilíbrio muscular está presente em qualquer modalidade desportiva, para isso contribui as exaustivas investigações científicas que tem ido ao encontro desse tema, através da realização de estudos com intuito de perceber a importância de um bom equilíbrio muscular na prevenção de lesões (Ellenbecker *et al.*, 2003; Batalha *et al.*, 2012; Evershed *et al.*, 2013), que frequentemente surgem no desempenho das performances desportivas e que deitam por terra objetivos e trabalhos realizados em prol desses fins.

No caso da Natação Pura Desportiva esse tema tem sido bastante discutido, principalmente ao nível dos rotadores do ombro, uma vez que na natação o complexo articular do ombro é constantemente solicitado aquando da realização das técnicas de nado, dando origem a lesões de sobrecarga (Ebaugh, McClure, & Karduna, 2006) que aparentemente não são justificáveis no imediato, mas que analisadas em consonância com estudos já realizados (Byram *et al.*, 2010; Batalha *et al.*, 2012), leva-se a concluir que os rotadores devem estar em equilíbrio constante.

A maioria dos estudos publicados apenas estuda a relação entre os rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) e a produção de força dos mesmos através de aparelhos isocinéticos – que medem o momento de força a uma velocidade angular constante.

Contudo, toda essa avaliação é realizada fora do ambiente específico da natação, isto é, fora da piscina, sendo realizadas em ambiente controlado - o laboratório. Assim, verificámos que não existe nenhum estudo que fundamente se possíveis desequilíbrios musculares poderão influenciar distintas produções de força específica na água ou se existirá alguma relação entre a força isocinética e a prestação ou força aplicada na água.

2. Definição do tema em estudo

Para analisarmos mais detalhadamente este tema, propomos apresentar estudos de resultados obtidos através do nado amarrado (que permite medir a força realizada dentro de água), em conjunto com a avaliação isocinética. O nado amarrado tem sido utilizado cada vez mais com o objectivo de avaliar a performance dos atletas (Morouço *et al.*, 2011). Contudo, através desta metodologia é possível avaliar também assimetrias musculares, forças propulsivas, etc. Após uma breve revisão de literatura, verificámos que não existe nenhuma investigação que fundamente se possíveis desequilíbrios musculares poderão influenciar distintas produções de força específica na água.

Apenas temos conhecimento de um estudo realizado por Reilly *et al.* (1990) no qual tentou correlacionar a força isocinética e a força específica, não encontrando resultados que comprovassem a existência de uma correlação entre estes dois parâmetros. Ainda assim, verificou-se que os “*sprinters*” possuíam os rotadores internos do ombro mais fortes.

Contudo, a maioria dos estudos relacionados com lesões na natação (Batalha *et al.* 2013; O'Donnell, Bowen, & Fossati, 2005; Ellenbecker & Roetert, 2003; Leroux *et al.*, 1994; Rupp *et al.*, 1995; Warner *et al.*, 1990; West *et al.*, 2005) apenas realiza avaliações em ambiente controlado, isto é, em laboratório, e a avaliação é feita com o auxílio de um aparelho isocinético (Biodex). Como podemos verificar, em qualquer estudo, mencionado anteriormente, não houve uma preocupação de perceber se no ambiente específico (ambiente aquático) os valores de força dentro de água eram influenciados pelos valores obtidos fora de água, através do aparelho isocinético.

Na nossa opinião, é do nosso interesse realizar um estudo que possibilite perceber efetivamente se os dois parâmetros se correlacionam e mais, se os valores da força isocinética e possíveis desequilíbrios entre os músculos agonistas e antagonistas do ombro, influenciam os valores de força específica, ou seja, dentro de água.

3. Objetivos do Estudo

Consoante tudo o que foi exposto anteriormente, propomo-nos a verificar uma possível relação entre os valores de força e equilíbrio muscular, avaliados através dos testes isocinético, com a produção de força que é realizada na água, em situação de Nado Amarrado e a performance de nado.

Com a realização deste estudo pretendemos também alcançar os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar o perfil de força isocinética em jovens nadadores realizando uma comparação entre géneros;
2. Caracterizar o perfil de força específica (nado amarrado) em jovens nadadores realizando uma comparação entre géneros;
3. Analisar possíveis correlações entre a força isocinética e a força específica;
4. Investigar possíveis correlações entre a força isocinética e a performance de nado;
5. Investigar possíveis correlações entre a força específica e a performance de nado;

Capítulo II – Revisão de Literatura

1. Ações musculares na Natação Pura Desportiva
2. Equilíbrio e Desequilíbrios musculares nos rotadores do ombro na Natação Pura Desportiva
3. Avaliação isocinética dos rotadores do ombro
 - 3.1. Análise e interpretação dos dados isocinéticos
 - 3.1.1 Rácios Unilaterais
 - 3.1.2 Rácio de Fadiga ou Índice de Fadiga
 - 3.1.3 Comparações Bilaterais
 - 3.1.4 Valores Normativos
 - 3.1.5 Correção ao efeito da gravidade
4. Avaliação Nado Amarrado
 - 4.1 Diferenças na produção de força bilateral no nado amarrado
 - 4.2 Influência dos membros inferiores na técnica de crol
5. Relação entre testes isocinéticos e performance funcional em atividades que envolvem os membros superiores

Capítulo II – Revisão de Literatura

1. Ações musculares na Natação Pura Desportiva

A natação é considerada uma modalidade desportiva bastante completa a nível muscular, isto é, na natação há envolvimento conjunta de uma grande diversidade muscular, mais detalhadamente ao nível do ombro e dos seus rotadores (RI e RE). Segundo Maglischo (2003), os atletas competem suspensos num meio aquoso, tendo que vencer a sua resistência para se deslocarem, sendo esse movimento proveniente da solicitação dos vários grupos musculares, dos quais o complexo muscular do ombro, de relevante importância na realização das quatro técnicas de nado. Counsilman (1968) realizou um estudo em nadadores de elite, através de filmagens subaquáticas, onde demonstrou que nas diversas técnicas de nado, mais concretamente nos membros superiores, existia um padrão em comum – Padrão “S”. O mesmo consiste em substituir a deslocação direta (“roda de pás”), por uma deslocação da mão em movimentos curtos e em diferentes direções, semelhante a execução de um “S”, com o intuito de reduzir a resistência exercida pela água e aumentar a força produzida pelo nadador. Para a realização correta desse padrão, a ação de rotação interna do ombro é de extrema importância, uma vez que é a fase da braçada em que o nadador consegue gerar mais força (Maglischo, 2003). Essa solicitação constante e repetitiva promove a degeneração da musculatura constituinte da estrutura, dando origem a lesões de sobrecarga (Ebaugh, McClure, & Karduna, 2006) e desequilíbrios musculares a nível dos RI e RE do ombro (Batalha et al. 2012; O'Donnell, Bowen, & Fossati, 2005).

De acordo com Rego (2009), o complexo articular do ombro é constituído essencialmente por tecidos moles, isto é, cápsula articular, tendões, ligamentos, etc. Devido à sobre-solicitação destas estruturas o atleta começa a desenvolver inflamação nessas estruturas o que irá provocar a lesão. A lesão mais comum no ombro do nadador é designada de síndrome de impacto ou de conflito (Yanai & Hay, 1996). O

mencionado síndrome, caracteriza-se por uma diminuição do espaço acromial provocado por um aumento de espessura dos tendões envolventes, isto é, existe uma compressão da coifa dos rotadores (supra-espinhoso, infra-espinhoso, pequeno redondo e subescapular) e da bursa subacromial contra a estrutura óssea (acrômio), levando à inflamação da estrutura constituinte do ombro (P. Hughes, R. Green, N. Taylor, 2012).

Segundo Blanch (2004) esta síndrome ocorre devido à excessiva rotação interna, flexão e abdução aquando da realização de todas as técnicas de nado, principalmente nas técnicas de crol e mariposa. Para se perceber melhor a que se deve esta excessiva sobre-solicitação do complexo articular do ombro irá ser feita uma breve descrição das ações dos membros superiores da técnica de crol e mariposa.

A técnica de crol o movimento dos membros superiores é dividido em várias fases.

Entrada: A entrada da mão na água é um momento do ciclo que se deve realizar de tal modo que a turbulência e a resistência de onda por ela provocados sejam mínimos, ao mesmo tempo que a mão é colocada na água de modo a permitir uma execução ótima das ações seguintes. Deve ser realizada, assim, num ponto situado entre a linha média do corpo e a projeção do ombro. No momento da entrada, o cotovelo deve estar ligeiramente fletido e num plano superior ao da mão, de modo a que seja a ponta dos dedos a primeira parte do segmento a entrar em contacto com a água. Será importante que exista uma pequena inclinação da palma da mão para fora, formando um ângulo de 30° a 40° com a horizontal, o que, além de ser favorável do ponto de vista hidrodinâmico, facilita a posição alta do cotovelo.

Deslize: Depois da entrada da mão na água, a extensão do cotovelo e o adiantamento do ombro do mesmo lado lançam a mão para a frente, ao mesmo tempo que o membro superior é totalmente submerso. Este percurso da mão para frente, no sentido do deslocamento do corpo, designa-se por deslize e é uma fase fundamental do ciclo de braços do ponto de vista da sincronização, uma vez que permite a finalização da ação propulsiva do braço do lado contrário. Esta fase deve durar até que o trajeto propulsivo da mão do lado contrário termine. Importa, na sua execução, manter o momento de inércia do membro superior - não deve haver interrupções nem mudanças bruscas de direção. O trajeto da mão é horizontal, no alinhamento do ombro e

proveniente de uma execução "suave". Não interessa acelerar a mão numa fase em que o único efeito possível será somar a resistência de pressão assim criado pela mão ao que é sofrido pelo corpo. Durante esta fase, a mão deve permanecer alinhada com o antebraço, rodando logo a seguir à entrada até ficar em pronação, palma da mão virada para baixo.

Ação Descendente (AD): No preciso momento em que a mão atuante deixa de exercer pressão sobre a água, a mão do lado contrário deverá estar a finalizar o deslize. Nesta altura, o punho flete aproximadamente 40° e a mão e o antebraço rodam um pouco para fora. O cotovelo flete ligeiramente para estabilizar a mão. A força é, a partir deste momento, transferida para o corpo, de modo que a cabeça e os ombros se desloquem para a frente, por cima da mão. A AD é a fase menos propulsiva do trajeto subaquático da mão em crol.

Ação Lateral Interior (ALI): O ângulo de ataque ideal, nesta fase, é conseguido através da rotação da mão para dentro, ligeiramente para cima (supinação da mão) e para trás. Esta rotação deve ser gradual, só se consumando a orientação interior quando a mão ultrapassa o plano sagital que contém o ombro (Maglischo, 1993). O ângulo de ataque varia entre os 20° e os 40° nos sentidos interior e ascendente. A mão é acelerada gradualmente, para cima e para dentro, ao longo desta fase, não atingindo ainda valores máximos, no entanto, o que só acontecerá, na maior parte dos nadadores, na última ação propulsiva do trajeto subaquático da mão.

Ação Ascendente (AA): Esta fase consiste na aceleração da mão para fora, para cima e para trás até se aproximar da coxa. É importante referir que o cotovelo não chega a estender completamente, começando a sua ascensão quando a mão se aproxima do final do trajeto propulsivo útil, de modo a preparar a saída da água. O ângulo de orientação é extremamente favorável ($\pm 270^\circ$).

Saída: A pressão da mão na água diminui à medida que esta se aproxima da coxa. A palma da mão é, então, rodada para dentro, descontraindo, e alinha com o antebraço, para deslizar para fora de água com um mínimo de resistência e de turbulência, cortando a superfície pelo dedo mínimo.

Recuperação: A mão deve passar o mais perto possível da linha média do corpo para reduzir ao máximo as oscilações laterais. Isto implica uma posição fletida e alta do cotovelo durante todo o trajeto por fora de água.

À semelhança da técnica de crol, a técnica de mariposa também é dividida em várias fases.

Entrada: No momento da entrada na água, os membros superiores devem estar em alinhamento com os ombros ou mesmo, se os níveis de força específica e de flexibilidade do nadador o permitirem, com as mãos quase juntas. Estas entram na água rodadas para fora, perto de 45 graus em relação à superfície. Os cotovelos deverão estar ligeiramente flectidos, de modo a permitir a conservação do momento de inércia. Assim, a extensão do cotovelo imediatamente após a entrada possibilita que as mãos iniciem o seu trajeto exterior numa altura em que os antebraços ainda se estão a deslocar para dentro. A transição para a primeira fase do trajeto subaquático ocorre, deste modo, sem alterações direcionais bruscas.

Ação Lateral Exterior (ALE): Inicia-se logo a seguir à entrada e consiste no afastamento lateral das mãos até que estas ultrapassem a largura dos ombros. É, fundamentalmente, uma ação preparatória através da extensão dos braços e o afastamento das mãos, pretende-se a colocação ótima destas últimas, tendo em vista a eficiência das ações subsequentes. As mãos estão viradas para fora, quase numa posição ortogonal em relação à superfície da água, o ângulo de ataque referente ao sentido de deslocamento dentro-fora é de 20-30 graus e o ângulo de orientação de 90 graus (esta ação é, como se vê, muito semelhante à parte inicial da braçada em Bruços). O estiramento preliminar dos músculos agonistas (grande peitoral, grande dorsal, grande redondo, fundamentalmente) poderá possibilitar o aproveitamento da energia elástica muscular, potenciando a sua ação ao longo do trajeto subaquático.

"Agarre": Consiste na mudança de orientação da mão, de virada para fora e para trás, para virada para fora, para baixo e para trás. Corresponde ao início da flexão dos cotovelos. A ação muscular tendente a exercer pressão na água com as mãos deverá ocorrer apenas quando a fase descendente do primeiro batimento se completar.

Ação Descendente (AD): Depois do "agarre", as mãos deslocam-se para baixo e para fora, num trajeto circular e em aceleração constante. As linhas de água são, assim, deflectidas para trás, do bordo radial até ao bordo ulnar da mão, à medida que vão escoando pela palma da mão. Esta ação termina quando as mãos chegam ao ponto mais fundo da sua trajetória.

Ação Lateral Interior (ALI): Esta fase começa quando as mãos passam pelo plano vertical que desce dos cotovelos. A orientação das mãos é para dentro, para cima e para trás, seguindo um trajeto circular, em aceleração, também para dentro, para cima e um pouco para trás, até estarem, sensivelmente, por baixo dos ombros e perto da linha média do corpo. Esta ação implica uma flexão acentuada do cotovelo (perto dos 90 graus). Os ângulos de ataque ideais nas direções interior e superior parecem variar entre 30 e 50 graus, amplitude correspondente a uma dominância da força ascensional. A eficácia da ALI é determinada pela posição "alta" dos cotovelos, na continuação do "agarre" e da AD. Esta ação termina no momento do ciclo gestual em que as mãos estão mais próximas uma da outra.

Ação Ascendente: Quando os braços se estão a aproximar da linha média do corpo, a direção do seu movimento é gradualmente alterada de interior para exterior, continuando para cima e para trás. A orientação das mãos é: a) Numa primeira fase, de transição, para fora e para trás, com ângulos de ataque entre 60 e 70 graus, no que diz respeito à direção de deslocamento para fora. Nesta fase predomina a força de arrastamento propulsiva. b) Quando as mãos passam para fora das coxas, o ângulo de ataque deverá oscilar entre 30 e 40 graus em relação à direção ascendente, predominando, assim, a força ascensional. A sua orientação mantém-se, portanto, exterior e posterior, através da gradual descontração dos músculos que atuam no pulso. Esta é a fase mais propulsiva da braçada.

Saída: Quando os cotovelos ultrapassam a superfície da água, a pressão exercida pelas mãos abrande e estas rodam para dentro, dirigindo-se para cima, provocando um arrastamento mínimo. A superfície da água deverá ser cortada pelo dedo mínimo,

posição "descontraída" da mão, que se mantém na primeira metade da recuperação aérea.

Recuperação Aérea: Os braços saem da água vigorosamente, devido ao impulso final da ação propulsiva, em flexão moderada, as mãos mantendo a posição de saída (polegares para baixo). Na fase média do trajeto, os braços tomam, em muitos nadadores, uma posição de extensão quase completa (não rígida). O carácter simultâneo das ações segmentares impede a ocorrência de perturbações no alinhamento lateral do corpo. Ao longo desta fase do ciclo gestual, os ombros devem sair da água, permitindo uma recuperação mais alta dos braços, desde que o impulso para a frente seja superior ao ascendente.

Após uma breve descrição das duas técnicas de nado onde ocorrem mais sobre-solicitação do complexo articular do ombro, é evidente que podem ocorrer desequilíbrios musculares que afetem a estrutura do ombro que por sua vez irá dar origem ao síndrome de impacto ou de conflito (Yanai & Hay, 1996) e inflamação da estrutura (P. Hughes et. al., 2012).

Para terminar, segundo Walker H. (2012) nadadores com uma amplitude de movimento dos rotadores externos com valores entre $>93^\circ$ e $<100^\circ$, a probabilidade de vir a sofrer de lesão no ombro é diminuída, dando a hipótese de haver uma flexibilidade ideal aquando da realização das técnicas de nado.

2. Equilíbrio e Desequilíbrios musculares nos rotadores do ombro na Natação Pura Desportiva

Sendo a natação pura desportiva caracterizada por movimentos cíclicos e repetitivos, consequentemente ao longo do tempo poderão surgir desequilíbrios musculares entre o músculo agonista, que permite a realização da rotação interna do ombro (RI) e o músculo antagonista (RE), que permite a ação contrária ao movimento. Sendo o ombro uma estrutura frágil, a sucessiva realização das técnicas de nado, anteriormente descritas, podem levar ao aparecimento do síndrome de impacto ou

conflito no complexo articular do ombro. Como está documentado em Batalha *et al.* (2012), os nadadores possuem os rotadores internos do ombro mais fortes que os rotadores externos, isto é, a capacidade de gerar força é superior no rotador interno. Este facto deve-se principalmente pelo elevado número de ações concêntricas em detrimento das ações excêntricas na realização das quatro técnicas de nado.(Ellenbecker & Roetert, 2003; Leroux et al., 1994; Rupp et al., 1995; Warner et al., 1990; West et al., 2005).

Estes desequilíbrios musculares podem ser identificados sob a análise de rácios, isto é, através do estudo da força isocinética, dos músculos que executam a rotação interna e externa do ombro, podemos obter um valor que caracterize a qualidade do equilíbrio que existe entre estes dois músculos, RE/RI (Cingel et al., 2007).

Segundo Ellenbecker & Davies (2000) os valores *standards* que caracterizam um bom equilíbrio muscular será entre 66% e 75%. Quanto mais afastado o valor do rácio estiver destes parâmetros, anteriormente apresentados, maior será o desequilíbrio muscular entre os dois músculos, e como consequência será maior a probabilidade de desenvolver lesão no ombro (Leroux et al., 1994; Warner, Micheli, Arslanian, Kennedy, & Kennedy, 1990).

3. Avaliação isocinética dos rotadores do ombro

A avaliação isocinética consiste em avaliar a produção de força (momento de força ou torque) realizando o movimento a uma velocidade angular constante, isto é, durante a realização de todo o movimento, a velocidade angular é sempre uniforme, permitindo assim uma avaliação fiável da força que é exercida pelos músculos (Brown, 2000), neste caso, dos rotadores do ombro. Assim, através do aparelho isocinético é possível avaliar o momento de força ou *torque*, sendo este definido por uma força aplicada sobre um objeto que é efetivamente utilizada para fazer ele girar em torno de um eixo ou ponto central, conhecido como ponto de rotação, sendo a sua unidade de medida o Newton-metro (Nm).

O aparelho isocinético durante o exercício que está a ser executado adapta-se consoante a força que está a ser exercida, ou seja, independentemente do atleta conseguir realizar mais ou menos força a velocidade angular é sempre constante. Para que isto possa acontecer, o aparelho isocinético aumenta ou diminui a resistência da alavanca não permitindo que a velocidade do movimento aumente ou diminua.

Por último, o aparelho isocinético tem sido cada vez mais utilizado não só para a avaliação muscular mas também na reabilitação do atleta em caso de lesão. Através deste aparelho podemos isolar o movimento a efetuar sem agravar a lesão, uma vez que a velocidade angular é controlada e evita-se movimentos que possam piorar a lesão (Edouard *et al.*, 2013).

3.1 Análise e interpretação dos dados isocinéticos

O aparelho isocinético, para além das vantagens anteriormente descritas, permite analisar uma vasta lista de dados quantitativos que podem ser importante para o avaliador bem como para o atleta/indivíduo que efetua a avaliação, consoante os objetivos previamente definidos. Dessa vasta lista, os dados quantitativos mais utilizados na literatura publicada são o *Peak-Torque (PT)*, *Peak-Torque/Body Weight (PT/BW)*, Potência e Trabalho Muscular.

O ***Peak Torque (PT)***, **Momento ou Torque Máximo** representa o valor mais elevado de Torque produzido pelo músculo, isto é, indica a maior capacidade de produção de força. Similar a uma Repetição Máxima (1RM) em condições Isotónicas. Pode ser comparado bilateralmente relativamente a valores padrão (Carvalho P., Puga N., 2010). Estes valores são apresentados em Newtons-metro (Nm).

O ***Peak-Torque/Body Weight (PT/BW)*** representa um rácio expresso em % do torque máximo normalizado ao peso corporal do sujeito em teste. É um valor importante e pertinente quando comparamos sujeitos com pesos diferentes entre si, estando mais ligado às atividades funcionais (Carvalho P., Puga N., 2010).

A **Potência** indica a rapidez com que um músculo consegue produzir força. Usado para fornecer uma verdadeira medição da proporção da intensidade do trabalho muscular realizado. Indica a capacidade de um grupo muscular em realizar trabalho ao longo do tempo. Comparação bilateral ou pré/pós reabilitação (Carvalho P., Puga N., 2010).

O **Trabalho Muscular** consiste em caracterizar a quantidade de trabalho muscular realizada na velocidade avaliada (em todas as repetições) (Carvalho P., Puga N., 2010). Ou seja, é a energia realizada no esforço muscular durante o movimento, sendo o resultado do produto do *torque* pelo deslocamento angular. É expresso em joule (J). Na prática é um indicador da capacidade do músculo produzir força durante a amplitude articular prevista.

3.1.1 Rácios Unilaterais

Os rácios são utilizados com o objetivo de se conseguir caracterizar a qualidade da relação entre distintos grupos musculares antagonistas, os RI e RE do ombro. Os valores de referência utilizados são os valores de *PT* obtidos nos dois grupos musculares. O cálculo dos rácios é realizado através da seguinte fórmula:

$$(PT\ RE/PT\ RI)\times 100$$

Como já foi referido anteriormente, os valores de que caracterizam uma boa relação entre o músculo agonista e antagonista deverá situar-se entre 66% e 75% (Ellenbecker & Davies, 2000). Contudo, estes rácios não foram avaliados em nadadores mas sim noutras modalidades desportivas (Ténis, Badminton, Basebol, etc.).

Ellenbecker & Roetert (2003) em jovens tenistas de elite, em que no género masculino, com idades compreendidas entre os 12 a 17 anos, obtiveram rácios de $69,7\%\pm 12,7$ e $81,5\%\pm 16,6$, membro dominante e não dominante respetivamente. Já no grupo com idades compreendidas entre os 18 e 21 anos, os rácios obtidos foram $70,4\%\pm 14,0$ e $80,5\%\pm 16,4$, membro dominante e não dominante respetivamente. Em

relação ao género feminino, no grupo com idades compreendidas entre os 12 e 17 anos, obtiveram rácios de $69,1\% \pm 11,0$ e $81,6\% \pm 13,8$, membro dominante e não dominante respetivamente. Já no grupo mais velho (18 e 21 anos), obtiveram rácios de $76,1\% \pm 13,0$ e $106,4\% \pm 26,4$, membro dominante e não dominante respetivamente. Todos os rácios descritos anteriormente foram obtidos com uma velocidade angular de $210^\circ/\text{s}$.

Outro estudo realizado por Batalha *et al.* (2012) avaliou o perfil de força isocinética de jovens nadadores. O protocolo utilizado por este autor consistiu em realizar 3 repetições a $60^\circ/\text{s}$ e 20 repetições a $180^\circ/\text{s}$, com o membro dominante e não dominante. Assim, foram relatados, por este autor, rácios de $77,89\% \pm 15,23$ e $73,39 \pm 17,26$, membro dominante e não dominante respetivamente, a uma velocidade angular de $60^\circ/\text{s}$. Contudo, a uma velocidade angular de $180^\circ/\text{s}$, observou-se valores mais baixos, $74,77\% \pm 13,99$ e $70,11 \pm 14,57$, membro dominante e não dominante respetivamente.

Para terminar este capítulo, Beach *et al.* (1992) também realizaram um estudo com uma amostra composta por nadadores. Neste estudo também foi realizado o protocolo de 3 repetições a uma velocidade angular a $60^\circ/\text{s}$, onde obtiveram valores de rácio de $70\% \pm 9$ no membro dominante e $71\% \pm 10$ no membro não dominante.

3.1.2 Rácio de Fadiga ou Índice de Fadiga

Nas avaliações isocinéticas é possível ter acesso a um grande número de variáveis que são cada vez mais utilizadas em reabilitação mas também em tentar perceber qual o nível de performance que se encontra um determinado atleta.

Segundo Terrerie *et al.* (2001), o índice de fadiga obtêm-se quando o número de repetições for igual ou superior a seis, mostrando-se a proporção (em percentagem) da metade final sobre a metade inicial do trabalho realizado; se o seu valor for, por exemplo, de 80%, isto expressa que a segunda metade das repetições representou um valor de 80% comparada à 1ª metade; logo, a diferença de 20% pode ser referida como índice de fadiga da metade final; representa energia que utiliza metabolismo anaeróbio.

Beach *et al.* (1992) realizaram um estudo em nadadores de elite, onde o protocolo utilizado consistia em realizar 50 repetições a 240°/s, de modo a calcular o índice de fadiga. O índice de fadiga foi calculado através da divisão entre a média do valor de PT das 3 últimas repetições sobre as 3 primeiras. Assim, obtiveram resultados de RE de $78\% \pm 22\%$ a $80\% \pm 23\%$ e de RI de $106\% \pm 17\%$ e $107\% \pm 17\%$, no membro dominante e não dominante.

Um outro estudo realizado por Batalha *et al.* (2012), consistiu em avaliar 60 nadadores (grupo experimental) e 60 indivíduos não praticantes (grupo de controlo) com o objetivo de caracterizar a força isocinética nos rotadores do ombro em jovens nadadores. Assim, foram relatados valores de índice de fadiga no grupo experimental, no membro dominante, RI de $1,94\% \pm 6,73$ e RE de $1,99\% \pm 8,54$ e no membro não dominante, RI de $5,96\% \pm 6,14$ e RE de $15,76\% \pm 6,74$. Também se verificou, que os valores de índice de fadiga eram superiores no grupo de controlo.

3.1.3 Comparações bilaterais

Na literatura publicada, é comum realizar a comparação entre o membro dominante e não dominante com o objetivo de verificar se existe uma discrepância entre os dois membros estudados. Segundo Ellenbecker & Davies (2000) os valores normativos referentes as comparações bilaterais situam-se entre 10% e 15%. Valores acima destas percentagens de corte indicam que o indivíduo não possui uma assimetria significativa. Contudo, estas comparações bilaterais só fazem sentido em atletas que pratiquem desportos em que há uma sobre-solicitação repetitiva de apenas um membro, neste caso o membro dominante. Desse modo, estes valores de corte não devem ser utilizados num grupo de nadadores.

Ramsi *et al.* (2004) realizaram um estudo com nadadores durante 12 semanas, com avaliação inicial, intermédia e final onde foi possível observar um aumento na força dos RI superior aos RE do ombro dominante e não dominante.

3.1.4 Valores Normativos

A utilização de dados normativos nos testes isocinéticos são importante para a investigação e avaliação da performance dos avaliados, isto é, se forem estabelecidos valores normativos poderá haver comparação dos resultados obtidos. Através dessa comparação é possível verificar, por exemplo, se o rácio do ombro dominante e não dominante está entre os valores 66% e 75% anteriormente descritos (Ellenbecker & Davies 2000). Se os valores obtidos estiverem entre esses valores de corte podemos afirmar que a probabilidade de o indivíduo vir a desenvolver uma lesão no ombro é diminuída. Contudo, os valores normativos deveram ser aplicados com alguma precaução uma vez que dependem das características da amostra utilizada nos estudos e poderá influenciar os resultados negativamente.

3.1.5 Correção ao efeito da gravidade

Quando é efetuada uma avaliação no aparelho isocinético deverá ser feita uma calibração de todo o aparelho, de modo a obter os valores corretos da avaliação. Neste caso, o movimento efetuado começa na posição vertical e termina na posição horizontal com velocidade angular de 60°/s e 180°/s, sendo influenciado pelo efeito da gravidade terrestre. Segundo Edouard & Degache (2009), se não for feito esta correção do efeito da gravidade, o resultado que obtemos é o somatório da força exercida pelo indivíduo (força muscular) e a força gravitacional, obtendo-se valores incorretos.

De acordo com Perrin (1993), na avaliação isocinética dos rotadores do ombro verificou-se que o movimento efetuado pelos RI eram facilitados pela força da gravidade, uma vez que o movimento é efetuado no sentido gravitacional. Pelo contrário, o movimento efetuado pelos RE eram “travados” pela força gravitacional, uma vez que o movimento é efetuado “contra” o efeito da gravidade terrestre.

Por último, sabe-se que se não for feita a correção ao efeito da gravidade poderemos obter valores com uma percentagem de erro superior a 40% (Bohannon & Smith, 1989; D. Perrin, Haskvitz, & Weltman, 1991).

4. Avaliação Nado Amarrado

O nado amarrado começou a ser utilizado por volta dos anos 70, onde o objetivo do estudo foi medir a força propulsiva nas quatro técnicas de nado. Os valores máximos de força foram registados na técnica de bruços, enquanto nas técnicas de crol, costas e mariposa os valores de força registados foram muito semelhantes (Magel, 1970).

O nado amarrado permite medir a força máxima que o atleta realiza dentro de água. Teoricamente esta força corresponde à força propulsiva necessária para que o atleta consiga vencer a resistência da água durante o seu nado (Morouço et al., 2011). Mais, o nado amarrado é considerado um teste ergométrico (que controla e quantifica a carga de trabalho a ser exercida pelo indivíduo sob teste), bastante fiável uma vez que todo o protocolo é realizado no ambiente específico (piscina) e não manipulado (laboratório) (Filho & Denadai, 2008).

Ainda em relação ao nado amarrado, Yeater et al. (1981) estudaram a técnicas de crol, costas e bruços e tentaram relacionar a produção de força e a performance. Tendo obtido correlações positivas entre a força produzida e a velocidade de nado na técnica de crol. Também se verificou que a ação propulsiva dos membros inferiores é um fator importante na produção de força nas técnicas de crol e bruços.

4.1 Diferenças na produção de força bilateral no nado amarrado

Como já foi referido anteriormente, na natação existe uma sobre-solicitação da estrutura muscular do ombro originando desequilíbrios ao nível dos RI e RE do ombro (O'Donnell, Bowen, & Fossati, 2005). Sendo o nado amarrado um teste fiável na medição da força propulsiva (Morouço et al., 2011), é possível verificar se existem diferenças de produção de força entre membro dominante e não dominante, através da análise gráfica e cinemática.

Evershed et al. (2013), realizaram um estudo com o objetivo de conseguir identificar possíveis assimetrias na força a nível dos membros superiores. Os resultados obtidos concluíram que 85% dos atletas possuem assimetria muscular, logo a produção de força realizada pelas mãos (dominante e não dominante) são distintas. Deste modo, é importante a realização de trabalho compensatório de modo a conseguir compensar os desequilíbrios musculares provenientes da sobre solicitação do complexo articular do ombro.

Ainda em relação às diferenças na produção de força bilateral, Tourny-Chollet et al. (2009) concluíram que os nadadores realizavam mais força no membro dominante (51,7%) do que no membro não dominante (48,4%) na técnica de crol.

Morouço (2012), realizou um estudo com o objetivo de avaliar diferentes produções de força nos membros superiores através do nado amarrado. Assim, concluiu-se que existe uma correlação positiva entre o máximo de força produzida pelo membro dominante e a velocidade de nado. Contudo, verificou-se que existe um decréscimo de produção de força menos acentuado no membro não dominante vs. dominante.

Para terminar, através da análise dos parágrafos anteriores é evidente que existem diferenças na produção de força entre membro dominante e não dominante.

4.2 Influência dos membros inferiores na técnica de crol

Muito se tem debatido sobre a importância que os membros inferiores possuem durante o nado. Dessa forma é importante esclarecer todas estas dúvidas que existem em relação a este tema.

De acordo com Stirn *et al.* (2011), a força propulsiva realizada durante a execução da técnica de crol provem maioritariamente dos membros superiores (85%), contudo, os membros inferiores contribuem em 15% sendo bastante importantes

também. Outros estudos (Morouço, 2012; Swaine et al., 2010) relatam que essa contribuição dos membros inferiores poderá ser de 30,8%-38,7%, ou seja, é dada cada vez mais importância aos membros inferiores durante o nado de crol.

Maglischo (1993) afirma que os membros inferiores são preponderantes para um correto alinhamento horizontal, evitando assim as oscilações da bacia bem como o afundar do corpo do nadador. Sabe-se que quanto mais elevado e alinhado o corpo do nadador estiver em relação à superfície da água, menor é a resistência à água e a velocidade de nado aumenta (Castro et al., 2003).

5. Relação entre testes isocinéticos e performance funcional em atividades que envolvem os membros superiores

Como foi referido anteriormente, o aparecimento dos testes isocinéticos veio revolucionar o mundo da investigação em relação à avaliação dos indivíduos em reabilitação, atletas, etc. Contudo, a investigação começou a caminhar no sentido de conseguir relacionar os valores obtidos nos testes isocinéticos com a performance do atleta na natação.

Reilly et al. (1990) realizou um estudo com o objectivo de relacionar a força isocinética com a velocidade de nado e força específica no nado de crol. Verificou-se que os membros superiores são mais importantes que os membros inferiores no nado de crol, isto é, há uma maior contribuição dos braços na produção de força que permite ao nadador nadar mais rápido. No entanto, os autores parecem não ter encontrado uma relação positiva entre a força isocinética e a performance funcional nos nadadores avaliados. Contudo, foram encontrados valores de força isocinética superiores no grupo constituído por nadadores rápidos comparativamente ao grupo de nadadores lentos.

Segundo tudo o que foi exposto anteriormente percebe-se que existe uma clara lacuna na bibliografia publicada onde não se encontram estudos que correlacionem a força isocinética e a performance funcional através da avaliação no nado amarrado em jovens nadadores.

Capítulo III – Metodologia

1. Amostra

2. Procedimentos

2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro

2.1.1 Instrumento, posição angular, velocidade angular e protocolos de avaliação utilizados

2.1.2 Variáveis de estudo

2.2. Avaliação de força específica, em situação de Nado Amarrado

2.2.1 Instrumento e protocolo de avaliação utilizado

2.2.2 Variáveis de estudo

3. Tratamento Estatístico

Capítulo III – Metodologia

1. Amostra

A amostra é composta por 22 nadadores de competição de nível regional e nacional, sendo 14 do género Masculino e 8 do Feminino. Todos os participantes neste estudo e respetivos encarregados de educação foram informados sobre os objetivos das avaliações e protocolos a que foram submetidos, tendo posteriormente assinado uma declaração na qual era cedida a autorização para realizar o estudo (anexo 1). Todos os procedimentos foram previamente aprovados pela comissão de ética da área de saúde e bem-estar da Universidade de Évora (processo: GD/41657) e estiveram de acordo com a declaração de Helsínquia de 1975. Da totalidade da amostra, apenas 2 atletas possuem como membro dominante o braço esquerdo.

Quadro 1 – Caracterização da amostra

| | Nadadores (N=22) | Masculinos (N=14) | Femininos (N=8) | <i>p</i> |
|-----------------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------|
| Idade | 13,82 ± 1,53 | 14,07±1,20 | 13,82±1,53 | ,317 |
| Peso (kg) | 50,7 ± 9,52 | 53,17±9,06 | 46,37±9,27 | ,108 |
| Altura (cm) | 163.31 ± 8.58 | 166,36±7,00 | 157,98±8,87 | ,023 |
| Envergadura (cm) | 165.62 ± 9.93 | 169,41±7,60 | 159,00±10,46 | ,014 |
| Anos de prática | 5,64±1,21 | 6,14±1,23 | 4,75±,463 | ,028 |

P – Valores de comparação entre género – Teste *T* para amostras independentes

2. Procedimentos

2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro

Tendo em conta o objetivo do estudo, e sendo este trabalho um estudo transversal apenas se realizou uma e única avaliação ao grupo de nadadores no início da época desportiva.

2.1.1 Instrumento, posição angular, velocidade angular e protocolos de avaliação utilizados

Avaliação foi realizada no dinamômetro isocinético (Biodex Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA), uma vez que é considerado um dos instrumentos mais fiáveis para avaliação isocinética (Edouard et al., 2013).

A posição angular escolhida para realizar as avaliações vai de encontro ao que foi utilizado por Batalha *et al.* (2013), isto é, os atletas foram colocados, sentados no banco, com o braço a 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo, sendo considerada a posição inicial ou neutra (figura 1).



Figura 1. Posição inicial da avaliação isocinética

O posicionamento do atleta bem como de todo o equipamento (Biodex Biodex System 3) foi realizado segundo o manual de utilizador (Wilk, 1991).

Em relação à velocidade angular utilizada, decidiu-se realizar dois protocolos distintos que medissem a força máxima (PT) mas também a força resistente, uma vez que a natação é essencialmente uma modalidade de resistência/aeróbia (Platonov, 2005).

Protocolo 1 – realização de 3 repetições (ações concêntricas) a 60°/s. O incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante.

Protocolo 2 – realização de 20 repetições (ações concêntricas) a 180°/s. A esta velocidade determinou-se que o incentivo verbal por parte do avaliador ocorreria à 5ª e 10ª repetição, tornando a ocorrer nas últimas 5, de forma a uniformizar este procedimento à totalidade da amostra.

Antes da realização das avaliações, cada atleta realizou exercícios de aquecimento articular e muscular, durante 15 minutos. Após o aquecimento foi explicado todo o protocolo que ia ser utilizado e também foi realizado um pequeno reconhecimento à resistência produzida pelo equipamento isocinético. Após a realização dos dois protocolos com o membro dominante e não dominante os atletas realizavam alongamentos durante 10 minutos, para assim evitar risco de lesão e uma recuperação mais acelerada (Gregory, 2004).

Como foi descrito anteriormente, para que os valores de força apresentados fossem validados procedeu-se à respetiva correção do efeito da gravidade. Esta foi realizada consoante o descrito no manual de utilizador do equipamento isocinético (Wilk, 1991).

2.1.2 Variáveis de estudo

De modo a conseguirmos avaliar, o membro dominante e não dominante, os parâmetros que foram previamente explicados, consideramos como variáveis de estudo:

O **Peak Torque (PT)**, **Momento de força Máximo** representa o valor mais elevado de Torque produzido pelo músculo, isto é, indica a maior capacidade de produção de força.. Pode ser avaliado em relação a um tempo específico e a uma amplitude específica. Pode ser comparado bilateralmente relativamente a valores padrão (Carvalho P., Puga N., 2010).

Os **rácios RI/RE** são utilizados com o objetivo de se conseguir caracterizar a qualidade da relação entre os dois músculos, os RI e RE do ombro. O cálculo dos rácios é realizado através da seguinte fórmula (Ellenbecker & Davies, 2000):

$$(PT\ RE/PT\ RI)\times 100$$

O **Índice de fadiga**, foi calculado através da equação descrita no manual de utilizador (Biodex corporation, 1995) utilizando a seguinte equação:

$$[(W1/W2)/W1] \times 100$$

Sendo (W1) o Trabalho realizado no 1º terço das repetições e (W2) o Trabalho realizado no último terço das mesmas.

O **Trabalho Total** é a quantidade de trabalho muscular realizada na velocidade avaliada em todas as repetições efetuadas (Carvalho P., Puga N., 2010).

2.2. Avaliação de força específica, em situação de Nado Amarrado

2.2.1 Instrumento e protocolo de avaliação utilizado

Para a avaliação do nado amarrado foi utilizado o aparelho Globus Ergometer data acquisition system (GlobusTM, Italy). Este aparelho, é constituído por uma célula de carga que regista a força que está a ser efetuada pelo nadador que está a ser avaliado. Por sua vez, esta célula de carga está conectada ao computador onde são registados em “live time” a curva força (Newtons) / Tempo (segundos) para posteriormente ser analisada.

Os dados do nado amarrado são exportados para um *software* de análise (AcqKnowledge v.3.7, Biopac Systems, Santa Barbara, USA) e filtrado a uma frequência de 4.5Hz. A seleção do valor de corte é efetuado através da análise residual (erro residual *vs* frequência de corte). O ângulo de colocação da célula de carga é oblíquo ao sentido da força produzida pelo nadador, assim este ângulo é corrigido pelo computador de modo a analisar a força como se esta estivesse a ser produzida na horizontal e não obliquamente (Taylor *et al.*, 2001; Taylor *et al.*, 2003). Desse modo o resultado obtido é mais fiável. Os seguintes parâmetros foram estimados para cada nadador: força máxima (F.máx) como o valor máximo de força produzida durante o protocolo e a força mínima (F.min) como o valor mínimo de força produzida durante o protocolo.

De modo a perceber o momento em que o atleta estava a realizar força com o membro dominante e membro não-dominante foi realizada uma análise cinemática, sendo posteriormente feita uma sincronização entre a curva força (Newtons) / Tempo (segundos) e a filmagem.

Em relação ao protocolo utilizado, foi dividido em 2 momentos: Dia 1 – familiarização com o protocolo e material a ser utilizado; Dia 2 – avaliação efetiva, que consistiu na realização de nado de crol durante 30 seg. à máxima velocidade, protocolo utilizado também por outros investigadores (Reilly, 1990; Morouço 2012) (Figura 2)

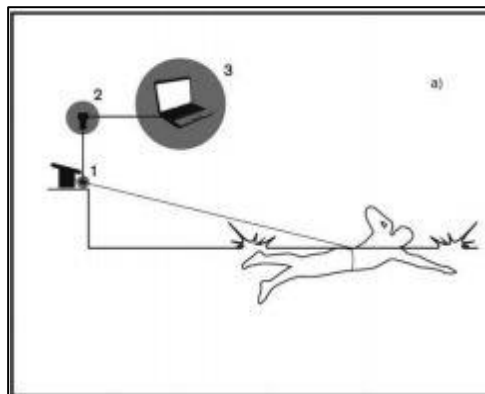


Figura 2. Protocolo utilizado para avaliar a força específica: (a) nado completo (crol); 1 – Célula de Carga; 2 – Registo de dados; 3 – Computador Portátil

2.2.2 Variáveis de estudo

As variáveis de estudo que permitem realizar a avaliação em nado amarrado são as seguintes:

A **Força Máxima (F.máx)** é a capacidade que um músculo ou grupo muscular tem em realizar máximas tensões, é expresso em Newtons (N).

A **Força Mínima (F.min)** é o valor mínimo de força obtida durante a realização do protocolo, é expresso em Newtons (N).

O **Índice de fadiga**, calculado através da equação:

$$(FI(\%)) = ([F_{max} - F_{min}] / F_{max}) \times 100$$

Sendo (F.máx) a força máxima e a (F.min) a força mínima realizada pelo atleta durante o protocolo utilizado.

A **Performance** foi calculada através do registo do tempo após um *sprint* de 50m crol, em piscina de 25m coberta (28°C), em situação de nado real. O tempo foi cronometrado sempre pelo mesmo indivíduo (treinador) recorrendo a um cronómetro manual (Interval 2000®).

3. Tratamento Estatístico

Todos os dados foram alvo de uma análise estatística. Na análise estatística foram utilizados as médias e desvios padrão.

A normalidade dos dados foi inicialmente testada usando o teste Shapiro-Wilk, verificando dessa forma a homogeneidade da amostra.

Foi utilizada o teste T para amostras independentes na comparação entre géneros, onde foram adotados dois níveis de significância: $p \leq 0,05$.

No que diz respeito aos Coeficientes de Correlação r – produto-momento de Pearson -, foram adotados dois níveis de significância: $p \leq 0,05$.

O tratamento estatístico foi realizado recorrendo ao *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 19.0 para Windows®.

Capítulo IV – Apresentação dos Resultados

1. Variáveis de força isocinética
2. Variáveis de força em situação de nado amarrado
3. Variáveis de performance
4. Correlações entre variáveis
 - 4.1.1 Força Isocinética vs Nado Amarrado
 - 4.1.2 Força Isocinética vs Performance
 - 4.1.3 Nado Amarrado vs Performance

Capítulo IV – Apresentação dos Resultados

1. Variáveis de força isocinética

Iniciamos a apresentação de resultados com um quadro resumo sobre o perfil de força isocinética da amostra utilizada. Não havendo muita bibliografia publicada em relação ao perfil de força isocinética em nadadores, decidimos apresentar os seguintes quadros com o intuito de realizar uma comparação entre géneros de forma a podermos caracterizar o perfil de força isocinética.

No quadro 2 estão expostos os valores de força isocinética a uma velocidade angular de 60°/s.

Quadro 2 – Avaliação dos Peak-Torques (Nm) e Rácios (%) e Trabalho Total (Wt) por género.

| Avaliação de 3 repetições a 60°/s | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-----------------|------------------|-----------------|----------|
| | | Nadadores(N=22) | Masculinos(N=14) | Femininos (N=8) | |
| | | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP | <i>p</i> |
| Membro Dominante | PT-RI | 34,01±11,12 | 36,90±12,37 | 28,97±6,39 | ,109 |
| | PT-RE | 17,19±6,82 | 18,87±5,86 | 14,25±7,76 | ,129 |
| | Rácio | 55,70±28,50 | 56,69±23,78 | 53,95±37,17 | ,835 |
| | Wt-RI | 124,75±41,78 | 135,06±46,61 | 106,72±24,84 | ,129 |
| | Wt-RE | 54,71±31,72 | 63,62±25,74 | 39,12±36,75 | ,081 |
| Membro Não-Dominante | PT-RI | 32,70±9,90 | 34,52±11,11 | 29,50±6,83 | ,262 |
| | PT-RE | 15,22±6,78 | 17,00±6,06 | 12,10±7,21 | ,104 |
| | Rácio | 49,93±25,62 | 52,60±20,80 | 45,26±33,56 | ,531 |
| | Wt-RI | 121,71±39,46 | 128,37±45,83 | 110,06±22,96 | ,306 |
| | Wt-RE | 46,77±30,12 | 54,52±26,37 | 33,22±33,17 | ,112 |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa; Rácio, relação entre musculo antagonista e agonista [(PT RE/PT RI)x100]; Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa.

p- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

No quadro 3 estão expostos os valores de força isocinética a uma velocidade angular de 180°/s.

Quadro 3 – Avaliação dos Peak-Torques (N), Rácios (%), Índices de Fadiga (%) e Trabalho Total (Wt) por género.

| Avaliação 20 repetições a 180°/s | | | | | |
|----------------------------------|-------|---------------------|----------------------|--------------------|----------|
| | | Nadadores (N=22) | Masculinos (N=14) | Femininos (N=8) | |
| | | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP | <i>p</i> |
| Membro Dominante | PT-RI | 30,01±10,58 | 32,70±11,52 | 25,32±7,05 | ,118 |
| | PT-RE | 12,94±6,47 | 15,17±5,39 | 9,02±6,66 | ,028 |
| | Rácio | 47,38±28,20 | 52,33±25,14 | 38,71±32,83 | ,287 |
| | IF-RI | 11,64±16,68 | 15,51±14,27 | 4,86±19,34 | ,154 |
| | IF-RE | 50,12±22,52 | 52,50±18,20 | 45,96±29,59 | ,526 |
| | Wt-RI | 577,99±262,82 | 641,92±286,32 | 466,11±180,27 | ,134 |
| | Wt-RE | 172,68±128,42 | 205,75±122,41 | 114,81±125,03 | ,112 |
| Membro Não-Dominante | PT-RI | 29,86±9,62 | 32,14±10,51 | 25,87±6,64 | ,146 |
| | PT-RE | 11,55±7,04 | 13,15±6,22 | 8,75±7,91 | ,163 |
| | Rácio | 41,56±27,34 | 44,27±21,56 | 36,81±36,60 | ,551 |
| | IF-RI | 13,84±16,21 | 12,00±11,00 | 17,05±23,35 | ,496 |
| | IF-RE | 53,93±22,26 | 53,56±21,47 | 54,57±25,09 | ,922 |
| | Wt-RI | 566,90±233,01 | 618,90±259,74 | 475,90±150,72 | ,172 |
| | Wt-RE | 144,77±129,72 | 162,35±121,79 | 114,00±145,73 | ,414 |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa; Rácio, relação entre musculo antagonista e agonista [(PT RE/PT RI)x100]; IF-RI, Índice de fadiga do rotador interno; IF-RE, Índice de fadiga do rotador externo; Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa.

p- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Como podemos verificar no quadro 3, os valores de PT e de rácio são superiores no género masculino. Contudo, o género feminino apresenta valores de índice de fadiga no membro dominante inferiores ao género masculino mas sem diferenças significativas.

2. Variáveis de força em situação de nado amarrado

Neste capítulo apresentamos o quadro 4 com os valores referentes à média e desvio padrão no protocolo no nado amarrado. Mais uma vez, decidimos fazer uma comparação entre os valores de força e IF nos dois géneros.

Quadro 4 – Avaliação da Força Máxima (N), Força Mínima (N) e Índices de Fadiga (%) por género, em situação de nado amarrado.

| Avaliação 30 segundos à máxima velocidade | | | | | |
|---|---------|---------------------|----------------------|--------------------|----------|
| | | Nadadores (N=22) | Masculinos (N=14) | Femininos (N=8) | |
| | | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP | <i>p</i> |
| Membro Dominante | F. máx | 181,07±63,40 | 205,79±61,97 | 137,79±39,56 | ,012 |
| | F. min. | 137,61±41,70 | 152,65±39,14 | 111,29±33,59 | ,021 |
| | IF (%) | 22,33±12,32 | 23,97±13,87 | 19,45±9,11 | ,421 |
| Membro Não-Dominante | F. máx | 138,20±54,27 | 160,81±53,46 | 98,63±26,74 | ,006 |
| | F. min | 94,40±29,99 | 107,41±27,05 | 71,63±20,20 | ,004 |
| | IF | 29,26±13,42 | 31,14±12,00 | 25,98±15,94 | ,399 |

F.máx, Força máxima absoluta; F.min, Força mínima absoluta; IF, índice de fadiga.
p- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Como podemos verificar no quadro 4 os valores de força máxima (F. máx) são superiores no género masculino. Ainda assim, voltou-se a verificar menores valores de IF no género feminino mas sem nível de significância, à exceção na F. min no membro não dominante.

3. Variáveis de performance

Através da apresentação deste capítulo pretendemos demonstrar os resultados obtidos na variável utilizada para medir a performance da amostra utilizada. Desse modo, decidimos que a variável a utilizar seria a utilização do melhor tempo aos 50 metros crol, uma vez que a duração de um *sprint* de 50 metros crol é muito idêntica ao tempo utilizado no protocolo do nado amarrado (30 segundos).

Quadro 5 – Melhor tempo em segundos, por género.

| Nadadores (N=22) | Masculinos (N=14) | Femininos (N=8) | |
|------------------|-------------------|-----------------|------|
| Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP | P |
| 30,91±2,76 | 29,71±1,94 | 33,02±2,83 | ,004 |

p- valores de comparação entre géneros - Teste T para amostras independentes.

Como podemos verificar no quadro 5, o tempo médio é inferior no género masculino, isto significa que o género masculino consegue realizar os 50 metros crol em menos tempo. Sendo os resultados significativamente diferentes.

4. Correlações entre variáveis

Para terminar a apresentação de resultados, e em prol do objetivo desta investigação, decidimos verificar possíveis correlações entre as variáveis anteriormente apresentadas.

4.1.1 Força Isocinética vs Nado Amarrado

Quadro 6 – Relação entre variáveis de força isocinética a 60°/s (PT-RI e PT-RE) e nado amarrado (F.máx e F.min).

| Nadadores (N=22) | | | | | |
|-------------------|----------------------|------------------|--------|----------------------|--------|
| Nado Amarrado | | | | | |
| | | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | | F.máx | F.min | F.máx | F.min |
| Força Isocinética | Membro Dominante | PT-RI | ,567** | ,516* | ,590** |
| | | PT-RE | ,613** | ,658** | ,564** |
| | Membro Não-Dominante | PT-RI | ,526* | ,496* | ,536* |
| | | PT-RE | ,614** | ,625** | ,480* |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa; F.máx, Força máxima absoluta; F.min, Força mínima absoluta. **- p < 0.01 *- p < 0.05

Quadro 7 – Relação entre variáveis de força isocinética a 180°/s (PT-RI e PT-RE) e nado amarrado (F.máx e F.min).

| Nadadores (N=22) | | | | | |
|-------------------|----------------------|------------------|--------|----------------------|--------|
| Nado Amarrado | | | | | |
| | | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | | F.máx | F.min | F.máx | F.min |
| Força Isocinética | Membro Dominante | PT-RI | ,557** | ,525* | ,550** |
| | | PT-RE | ,688** | ,717** | ,605** |
| | Membro Não-Dominante | PT-RI | ,597** | ,538** | ,566** |
| | | PT-RE | ,608** | ,583** | ,438* |

Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa; F.máx, Força máxima absoluta; F.min, Força mínima absoluta. **- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

No quadro 6 e 7 verificamos que existe uma correlação entre a força isocinética e a força em situação de nado amarrado, sendo os valores algo idênticos nas duas velocidades angulares utilizadas (60°/s e 180°/s). Neste caso não foram verificadas correlações significativas por géneros.

Quadro 8 – Relação entre Trabalho Total (Wt) a 60°/s e nado amarrado (F.máx e F.min).

| Nadadores (N=22) | | | | | |
|-------------------|----------------------|------------------|--------|----------------------|--------|
| Nado Amarrado | | | | | |
| | | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | | F.máx | F.min | F.máx | F.min |
| Força Isocinética | Membro Dominante | Wt-RI | ,587** | ,531* | ,602** |
| | | Wt-RE | ,650** | ,685** | ,569** |
| | Membro Não-Dominante | Wt-RI | ,553** | ,508* | ,532* |
| | | Wt-RE | ,623** | ,602** | ,456* |

Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa; F.máx, Força máxima absoluta; F.min, Força mínima absoluta. **- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Quadro 9 – Relação entre Trabalho Total (Wt) a 180°/s e nado amarrado (F.máx e F.min).

| Nadadores (N=22) | | | | | |
|-------------------|----------------------|------------------|--------|----------------------|--------|
| | | Nado Amarrado | | | |
| | | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | | F.máx | F.min | F.máx | F.min |
| Força Isocinética | Membro Dominante | Wt-RI | ,525* | ,495* | ,392 |
| | | Wt-RE | ,656** | ,700** | ,644** |
| | Membro Não-Dominante | Wt-RI | ,614** | ,550** | ,485* |
| | | Wt-RE | ,519* | ,377 | ,495* |

Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa; F.máx, Força máxima absoluta; F.min, Força mínima absoluta. **- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Nos quadros apresentados anteriormente (8 e 9), verifica-se que existe correlação entre o trabalho total (Wt) e as variáveis do nado amarrado (F.máx e F.min) nos dois protocolos utilizados na avaliação. Mais uma vez não foram encontradas correlações significativas por géneros.

4.1.2 Força Isocinética vs Performance

Quadro 10 – Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m)

| Correlação entre força isocinética 60°/s e performance | | | | |
|--|--|-------------------|---------|----------------------|
| Nadadores (N=22) | | | | |
| | | Força Isocinética | | |
| | | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante |
| | | PT-RI | PT-RE | PT-RE |
| Melhor tempo 50m | | -,532* | -,620** | -,468* |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa.

**- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Quadro 11 – Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m).

| Nadadores (N=22) | | | | |
|-------------------------|-------------------|---------|----------------------|---------|
| | Força Isocinética | | | |
| | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | PT-RI | PT-RE | PT-RI | PT-RE |
| Melhor tempo 50m | -,563** | -,652** | -,586** | -,585** |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa.

**- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Como podemos observar, no quadro 10 e 11 estão apresentados os valores de correlação entre a força isocinética e o melhor tempo aos 50 metros crol na amostra total. Contudo, verificamos que na velocidade angular a 60°/s os valores de PT-RE possuem uma correlação negativa maior que os valores de PT-RI.

De modo a perceber melhor a importância da força isocinética na performance do atleta, decidimos realizar uma apresentação por géneros.

Quadro 12 – Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m) no género masculino.

| Masculinos (N=14) | | | | |
|-------------------------|-------------------|-------|----------------------|-------|
| | Força Isocinética | | | |
| | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | PT-RI | PT-RE | PT-RI | PT-RE |
| Melhor tempo 50m | -,796** | -,283 | -,767** | -,260 |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa.

**- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Quadro 13 – Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m) no género masculino.

| Masculinos (N=14) | | | | |
|-------------------------|------------------|-------|----------------------|-------|
| Força Isocinética | | | | |
| | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | PT-RI | PT-RE | PT-RI | PT-RE |
| Melhor tempo 50m | -,767** | -,214 | -,810** | -,244 |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa

**- p < 0.01 *- p < 0.05

Quadro 14 – Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m) no género feminino.

| Femininos (N=8) | | | | |
|-------------------------|------------------|--------|----------------------|---------|
| Força Isocinética | | | | |
| | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | PT-RI | PT-RE | PT-RI | PT-RE |
| Melhor tempo 50m | ,298 | -,819* | ,224 | -,854** |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa

**- p < 0.01 *- p < 0.05

Quadro 15 – Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m) no género feminino.

| Femininos (N=8) | | | | |
|-------------------------|------------------|---------|----------------------|--------|
| Força Isocinética | | | | |
| | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | PT-RI | PT-RE | PT-RI | PT-RE |
| Melhor tempo 50m | ,003 | -,854** | -,059 | -,807* |

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa

**- p < 0.01 *- p < 0.05

Como podemos observar nos quadros anteriormente apresentados, verificamos que no género masculino apenas os valores de PT-RI possuem uma correlação muito

forte em relação à performance. Contudo, no género feminino apenas encontramos correlação muito forte nos valores de PT-RE.

Quadro 16 – Relação entre Trabalho Total (Wt) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m).

| Nadadores (N=22) | | | | |
|-------------------------|------------------|---------|----------------------|---------|
| Força Isocinética | | | | |
| | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | Wt-RI | Wt-RE | Wt-RI | Wt-RE |
| Melhor tempo 50m | -,539** | -,611** | -,489* | -,567** |

Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa.

**- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Quadro 17 – Relação entre Trabalho Total (Wt) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m).

| Nadadores (N=22) | | | | |
|-------------------------|------------------|---------|----------------------|--------|
| Força Isocinética | | | | |
| | Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | |
| | Wt-RI | Wt-RE | Wt-RI | Wt-RE |
| Melhor tempo 50m | -,550** | -,603** | -,596** | -,492* |

Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa. **- $p < 0.01$ *- $p < 0.05$

Em relação ao trabalho total (Wt) e a variável performance, também se verifica a existência de correlação entre todas as variáveis analisadas. No entanto, não foram encontradas correlações significativas quando a amostra é dividida por género.

4.1.3 Nado Amarrado vs Performance

Quadro 18 – Relação entre variáveis do nado amarrado (F.máx e F.min) e performance (melhor tempo 50m).

| Correlação entre nado amarrado e performance | | | | |
|--|---------|----------------------|---------|---------|
| Atletas (N=22) | | | | |
| Nado Amarrado | | | | |
| Membro Dominante | | Membro Não-Dominante | | |
| | F.máx | F.min | F.máx | F.min |
| Melhor tempo 50m | -,769** | -,734** | -,683** | -,761** |

F.máx, Força máxima absoluta; F.min, Força mínima absoluta.

** - $p < 0.01$ * - $p < 0.05$

No quadro 18 estão apresentados valores de correlação entre a força em situação de nado amarrado e o melhor tempo aos 50 metros crol (performance). É perceptível que existem correlações fortes em todas as variáveis utilizadas. O mesmo não acontece quando a amostra é dividida por géneros.

Capítulo V – Discussão dos Resultados

1. Variáveis de força isocinética
2. Variáveis de força em situação de nado amarrado
3. Variáveis de performance
4. Correlações entre variáveis
 - 4.1.1 Força Isocinética vs Nado Amarrado
 - 4.1.2 Força Isocinética vs Performance
 - 4.1.3 Nado Amarrado vs Performance
5. Limitações do estudo

Capítulo V – Discussão dos Resultados

1. Variáveis de força isocinética

Após a apresentação dos resultados anteriores, como alguns estudos o indicaram (Batalha *et al.* 2012; Ellenbecker & Roetert, 2003; Leroux *et al.*, 1994; Rupp *et al.*, 1995; Warner *et al.*, 1990; West *et al.*, 2005) os valores de força dos RI em relação aos RE são superiores nos dois protocolos utilizados, facto que também constatámos no presente estudo, a 60°/s membro dominante (PT-RI: $34,01 \pm 11,12$; PT-RE: $17,19 \pm 6,82$) e não dominante (PT-RI: $32,70 \pm 9,90$; PT-RE: $15,22 \pm 6,78$) e a 180°/s membro dominante (PT-RI: $30,01 \pm 10,58$; PT-RE: $12,94 \pm 6,47$) e não dominante (PT-RI: $29,86 \pm 9,62$; PT-RE: $11,55 \pm 7,04$). Mais concretamente podem-se indicar principalmente duas razões: 1º- os músculos que compõem os RI são em maior número do que os que constituem os RE; 2º- os RI são anatomicamente maiores que os RE. Desse modo, a capacidade de produzir força é superior nos RI.

Em relação aos rácios unilaterais, o estudo de Ellenbecker & Davies (2000) indica que os valores normativos deverão ser entre 66%-75% (RI/RE). No entanto, este estudo foi realizado em tenistas de elite. Comparativamente aos valores encontrados noutros estudos (Ellenbecker & Roetert, 2003; Batalha *et al.*, 2012; Beach *et al.*, 1992) os rácios obtidos no presente estudo são bastante inferiores, uma vez que os valores de rácio, presentes nos estudos anteriores, variam entre, 66% e 77% no membro dominante e 70% e 81% no membro não dominante. No nosso estudo os valores de rácio situam-se entre $55,70 \pm 28,50$ e $49,93 \pm 25,62$, membro dominante e não dominante respetivamente. Contudo, o grupo do género masculino possui valores superiores (MD: $56,69 \pm 23,78$; MND: $52,60 \pm 20,80$) ao grupo do género feminino (MD: $53,95 \pm 37,17$; MND: $45,26 \pm 33,56$), fator também relatado em Ellenbecker & Roetert (2003). Assim, com os resultados obtidos podemos afirmar que os indivíduos que constituem a amostra do presente estudo, apresentam valores de rácio um pouco baixos. No entanto, tal facto

poderá resultar de os nadadores aquando da avaliação ainda se encontrarem no início da sua época desportiva onde ainda não era realizado qualquer trabalho compensatório fora de água. Byram *et al.*, 2010 realizaram um estudo longitudinal onde durante 5 anos realizaram avaliações isocinéticas aos rotadores do ombro em *baseball pitchers*, onde paralelamente foi efetuada a prevalência de lesões no ombro. Assim, concluíram que os indivíduos que possuíam baixos níveis de rácio no início da época, posteriormente possuíam uma maior incidência de lesão no ombro.

Outra variável analisada foi o Índice de Fadiga com o objetivo de verificar qual a percentagem de fadiga dos rotadores do ombro. Assim, constatou-se que os resultados obtidos são mais elevados em comparação com os resultados obtidos por Batalha *et al.* (2012), demonstrando que os nadadores avaliados possuem valores de índice de fadiga superiores (MD-RI: $11,64 \pm 16,68$ e MD-RE: $50,12 \pm 22,52$; MND-RI: $13,84 \pm 16,21$ e MND-RE: $53,93 \pm 22,26$) aos nadadores avaliados por Batalha *et al.* (2102). Contudo, foram encontrados resultados diferentes entre géneros, isto é, os valores de Índice de Fadiga são menores no género feminino no membro dominante (IF-RI: $4,86 \pm 19,34$; IF-RE: $45,96 \pm 29,59$). Não é o primeiro estudo que relata este fenómeno, pois Salvador *et al.* (2005) realizou um estudo de modo a perceber as diferenças no desempenho motor entre géneros em séries múltiplas de exercícios de força. Contudo, no exercício de extensão e flexão do bíceps também verificou que o género feminino registou valores inferiores de fadiga muscular (Masculinos: 62,4%; Femininos: 52,1%).

Comparativamente ao estudo realizado por Beach *et al.* (1992), os Índices de Fadiga obtidos no nosso estudo são menores do que os relatados por este autor. No entanto, no protocolo utilizado por Beach *et al.* (1992), a velocidade angular e o número de repetições é bastante superior (50 repetições a $240^\circ/\text{s}$) ao realizado por nós (20 repetições a $180^\circ/\text{s}$), explicando assim os elevados Índices de Fadiga obtidos por este autor. Para terminar, como era de esperar, os valores de Índice de Fadiga são superiores nos RE (membro dominante e não dominante), uma vez que na natação as ações de rotação interna são superiores às ações de rotação externa (Weldon & Richardson, 2001), sendo de esperar maiores índices de fadiga nos grupos musculares menos solicitados.

2. Variáveis de força em situação de nado amarrado

Como sabemos, o nado amarrado tem sido cada vez mais utilizado pela comunidade científica com diversos objetivos (Morouço et al., 2011; Evershed et al., 2013; Amaro, 2012; Tourny-Chollet et al., 2009). Desse modo, no presente estudo decidimos realizar também uma avaliação em situação de nado amarrado, de modo a avaliar a força exercida pelos nadadores dentro de água.

Os resultados de F.máx obtidos no presente estudo (MD: 205,79±61,97N;MND: 160,81±53,46N) são inferiores aos encontrados por Barbosa *et al.* (2012) (F.máx: 272,9N) no género masculino, demonstrando assim que os nadadores do género masculino conseguiram aplicar mais força na água durante a realização do protocolo. No entanto, a idade (20±3,7 anos) da amostra e o protocolo utilizado por este autor são diferentes. Este consistia em realizar 10 segundos à máxima força, simulando desse modo um *sprint* de 25m, enquanto o protocolo utilizado no nosso estudo consistia em realizar 30 segundos à máxima velocidade, simulando assim um *sprint* de 50m. No género Feminino os resultados de F.máx (MD: 137,79±39,56N;MND: 98,63±26,74N) demonstraram ser um pouco mais elevados do que os resultados obtidos por Amaro (2012) (F.máx: 73,32±9,67N) utilizando o mesmo protocolo.

Como era esperado nesta análise, os resultados de F.máx foram superiores no género masculino, uma vez que o género masculino possui uma capacidade muscular superior à do género feminino (Salvador *et al.*, 2005). As variáveis que diferenciam a produção de força dentro de água é a força mínima e a força máxima, ou seja, existem momentos em que as nadadoras realizam muito menos força dentro de água que os nadadores.

Outra variável analisada neste estudo foi o Índice de Fadiga. Após analisarmos os dados obtidos, voltamos a verificar que os valores são superiores no género masculino (MD: 23,97±13,87;MND: 31,14±12,00) do que no género feminino (MD: 19,45±9,11;MND: 25,98±15,94), à semelhança dos resultados obtidos na avaliação isocínética, como foi explicado anteriormente através da análise do estudo de Salvador *et al.* (2005).

3. Variáveis de performance

A natação pura desportiva é caracterizada pela incessante procura por parte dos treinadores e atletas pela performance ideal. No nosso estudo decidimos que seria importante não deixar de fora esta variável. Desse modo, decidimos analisar uma variável que pudesse caracterizar a performance do atleta. Neste caso optámos por utilizar o melhor tempo dos atletas num *sprint* de 50m crol.

Comparando os resultados obtidos no estudo realizado por Morouço (2009), verificamos que o melhor tempo aos 50m da amostra utilizada por nós, apresenta um valor muito superior, isto é, os atletas demoram mais tempo a realizar os 50m crol (+4,11 seg.).

Num outro estudo, Reilly (1990) também optou por utilizar o melhor tempo aos 50 crol que os atletas possuíam até serem avaliados. A amostra foi composta por 15 nadadores ($20,1 \pm 0,8$ anos) com a média de melhor tempo aos 50m crol de 24,38 segundos. Mais uma vez, em comparação com os resultados obtidos no nosso estudo, verificamos que o tempo realizado pela nossa amostra é bastante superior (+6,53 seg.). Contudo, a amostra utilizada por Reilly (1990) possui uma idade superior comparativamente à amostra utilizada no presente estudo.

4. Correlações entre variáveis

Neste capítulo iremos discutir os possíveis valores de correlação que possam existir entre estes três parâmetros de avaliação.

4.1.1 Força Isocinética vs Nado Amarrado

Tentamos investigar no nosso estudo, uma possível correlação entre as variáveis utilizadas na avaliação da força isocinética e o nado amarrado. Como podemos verificar no quadro 8 e 9, foram obtidas correlações fortes e moderadas entre as variáveis de PT (RI e RE), Trabalho total (Wt), F.máx e F.min, no membro dominante e não dominante. Num estudo realizado por Morouço (2011) também se verificaram relações fortes e moderadas entre os valores de força fora de água (nos exercícios de *Counter movement Jump*, *Squat* e *Bench press*) com os valores de força em situação de nado amarrado. Ainda foi realizada uma avaliação por género na qual não obtivemos resultados significativos. Com este estudo pretendeu-se reforçar, ainda mais, que existe uma “ligação” entre a força realizada dentro e fora de água.

Outra variável estudada foi Wt, ou seja, este permite-nos avaliar o trabalho total realizado pelo atleta durante a realização do protocolo. No nosso entender, o trabalho total discrimina melhor a execução do nado na natação, uma vez que o PT corresponde apenas ao valor máximo de força no total das repetições. Já o Wt é referente à quantidade de trabalho de todas as repetições, ou seja, representa melhor o trabalho na água. Podemos verificar no quadro 8 do capítulo IV, no membro dominante a uma velocidade de 60°/s, o Wt-RI correlaciona-se com a F.máx ($r=,587;p=,004$) e com a F.min ($r=,531;p=,011$), caso que também se verifica no Wt-RE (F.máx: $r=,650;p=,001$; F.min: $r=,685;p=,000$). Mais, o Wt-RI do membro dominante correlaciona-se com a F.máx ($r=,602;p=,003$) e a F.min ($r=,463;p=,030$) do membro não dominante. Este facto também se verifica no Wt-RE (F.máx: $r=,569;p=,006$ / F.min: $r=,681;p=,000$). Contudo, não foram encontrados estudos na bibliografia publicada até à data, para assim realizar uma comparação entre resultados, demonstrando assim, que este estudo traz resultados inovadores para a comunidade científica. Após a análise dos dados verificamos, que o Wt parece ser uma variável importante na avaliação da F.máx dentro de água, deixando em aberto novas investigações. Será que na avaliação de um nadador devemos utilizar o Wt em vez do PT? Atendendo ao que foi descrito anteriormente, parece ser mais fiável a utilização do Wt pois este parece discriminar melhor a execução das técnicas e o trabalho efetuado dentro de água.

4.1.2 Força Isocinética vs Performance

Após executarmos os testes anteriormente apresentados, foi nosso objetivo tentar perceber se a força isocinética poderá ter alguma correlação com a performance de nado. Assim, de modo a enriquecer ainda mais este estudo foram investigadas possíveis correlações entre variáveis. Tal como seria de esperar, todas as correlações encontradas são negativas, uma vez que a variável de performance é em função de um tempo.

Decidimos primeiramente avaliar a amostra total (N=22), na qual foram encontradas correlações moderadas a fortes entre as variáveis de PT e o melhor tempo aos 50m crol. No entanto, parece haver uma correlação mais forte nos valores obtidos no teste isocinético a 180°/s. Parece-nos que a explicação para esse acontecimento deve-se ao facto de a natação ser uma modalidade maioritariamente de força de resistência, a qual se enquadra mais com o teste realizado a 180°/s.

Após avaliarmos a amostra total (N=22), decidimos dividir a amostra pelos 2 géneros, Masculinos (N=14) e Femininos (N=8), de modo a verificar se as correlações entre variáveis eram mantidas ou se havia diferenças. Após análise dos quadros apresentados no capítulo IV, observamos que no género masculino apenas existem correlações fortes entre os valores de PT-RI e o melhor tempo aos 50m crol, membro dominante e não dominante ($p=-,796$; $p=-,767$) e (180°/s), membro dominante e não dominante ($p=-,767$; $p=-,810$). Contudo, no género feminino verificou-se o contrário, apenas existem correlações moderadas e fortes entre os valores de PT-RE e o melhor tempo aos 50m crol (60°/s), membro dominante e não dominante ($p=-,819$; $p=-,854$) e (180°/s), membro dominante e não dominante ($p=-,854$; $p=-,807$). No nosso entender, são dados muito interessantes nunca antes encontrados, uma vez que seria de esperar, encontrar apenas relação na variável de PT-RI, atendendo aos movimentos realizados na água (Maglischo, 2003)

Para terminar, este estudo de alguma forma assemelha-se aos resultados encontrados por Morouço (2011), no qual também foram encontradas relações entre variáveis de força realizadas fora de água (neste caso counter movement jump) com a performance em nado real (velocidade de nado aos 50m crol) ($p=0,92$).

Em relação aos valores de correlação obtidos entre o Wt e a performance, são significativos, isto é, existe uma correlação entre as duas variáveis. A 60°/s obtivemos no membro dominante na variável Wt-RI ($r=-,539;p=,010$) e Wt-RE ($r=-,611;p=,003$). No membro não dominante os resultados obtidos foram, Wt-RI ($r=-,489;p=,021$) e Wt-RE ($r=-,567;p=,006$). A 180°/s obtivemos no membro dominante na variável Wt-RI ($r=-,550;p=,008$) e Wt-RE ($r=-,603;p=,003$). No membro não dominante os resultados obtidos foram, Wt-RI ($r=-,596;p=,003$) e Wt-RE ($r=-,492;p=,020$). À semelhança do que foi relatado anteriormente, o Wt representa a energia realizada no esforço muscular durante o movimento, sendo o resultado do produto do torque pelo deslocamento angular, o qual traduz o valor deste dado da repetição com maior valor total de trabalho. Tendo sido encontrada esta relação, supomos que esta “ligação” ocorre devido à semelhança entre o trabalho realizado nos dois protocolos, isto é, a força produzida no isocinético durante o movimento (Wt) correlaciona-se com a performance em situação de nado real. É de realçar que não temos conhecimento de nenhum estudo que apresente tais resultados, sendo o nosso estudo o primeiro a relatar tal acontecimento. Apenas encontramos um estudo (Reilly *et al.*, 1990) que tentou encontrar correlação entre variáveis isocinéticas e a performance de nado, no qual não foram encontrados resultados significativos. Desse modo, o nosso estudo contradiz o estudo de Reilly *et al* (1990).

4.1.3 Nado Amarrado vs Performance

Nesta temática analisámos uma possível correlação entre as variáveis do nado amarrado (F.máx e F.min) e a performance (melhor tempo aos 50m crol). Após analisarmos o quadro 18 no capítulo IV confirmamos que essa correlação existe no membro dominante (F.máx: $r=-,769;p=,000$ / F.min: $r=-,734;p=,000$) e no membro não dominante (F.máx: $r=-,683;p=,000$ / F.min: $r=-,761;p=,000$). Neste caso era esperado apenas encontrar relação entre a F.máx e a performance, isto é, quanto mais força é aplicada durante o nado maior será a performance do nadador. No entanto, também verificamos que existe uma relação entre a F.min e performance, não tendo neste caso uma explicação possível para este caso.

Em outro estudo realizado por Morouço *et al.* (2011a), relata que o nado amarrado parece ser um instrumento fiável para avaliar a performance dos nadadores de distâncias curtas (50m, 100m e 200m). Neste caso, também foram encontradas correlações entre a F.máx e o tempo aos 50m crol ($p=-,077$). Comparando com os resultados obtidos por nós, verificamos que o valor de p é muito aproximado ao encontrado no estudo anterior. Assim, podemos afirmar que o protocolo utilizado no nado amarrado tem uma grande semelhança a um *sprint* de 50m e que pode ser utilizado como uma ferramenta de avaliação da performance dos nadadores. Para além disso, permite também avaliar a força propulsiva realizada dentro de água e assim saber se a F.máx do nadador está a aumentar ou a diminuir.

Para terminar, como podemos verificar, o nosso estudo vem corroborar o estudo descrito anteriormente, demonstrando que o nado amarrado tem um papel fundamental na avaliação da performance dos nadadores e que é um protocolo de fácil utilização na piscina.

5. Limitações do estudo

Ao longo da realização deste trabalho, com a realização de todos os protocolos de avaliação apurámos algumas limitações que gostaríamos de apresentar:

A dimensão e a constituição da amostra foi de certa forma circunscrita, isto é, o número de indivíduos do género feminino deveriam ser iguais ao género masculino.

Em relação aos protocolos utilizados nas avaliações, constata-se que estes são desconhecidos pelos indivíduos avaliados, desse modo tentamos minimizar essa limitação, fazendo previamente uma familiarização com os instrumentos e protocolos de avaliação.

Capítulo VI – Conclusões

Capítulo VI – Conclusões

- Os nadadores possuem valores de rácio baixos comparativamente aos valores normativos. Estando mais preponderantes ao surgimento de lesões ao nível do ombro. No entanto, o género masculino apresenta maiores rácios que o género feminino.
- No nado amarrado, os únicos valores que diferenciam entre géneros é a força mínima e a força máxima no membro não-dominante.
- Não foram encontradas relações entre o equilíbrio/desequilíbrio muscular e a produção de força dentro de água. Contudo, elevados níveis de força (PT-RI e PT-RE) e Wt (RE e RI) relacionam-se fortemente com a força máxima e mínima em situação de nado real.
- Existe uma relação inversa entre a força isocinética e a performance de nado. Quanto maior é a força produzida menor será o tempo.
- A força produzida em situação de nado amarrado tem uma forte relação com a performance de nado.

Capítulo VII – Hipóteses de Estudo

Capítulo VII – Hipóteses de Estudo

- Avaliação durante uma época desportiva.
- Avaliação de nadadores de nível nacional e internacional.

Capítulo VIII – Bibliografía

Capítulo VIII – Bibliografia

- Amaro, N. (2012). A relação entre a performance em natação e variáveis de força em seco. Um estudo piloto em nadadoras de nível nacional. *Dissertação de Mestrado em Ciências do Desporto*. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Universidade da Beira Interior.
- Barbosa, A., & Andrade, R. (2012). Reprodutibilidade da curva força-tempo do estilo “Crawl” em protocolo de curta duração. *Revista Brasileira Educação Física*, 37–45.
- Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-carus, P., Jesus, O. De, & Mendes, S. (2012). Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 5(February), 545–553.
- Batalha, N. Raimundo, A., Tomas-carus, P., Barbosa, T., Silva, A. (2013). Shoulder Rotator Cuff Balance, Strength, and Endurance in Young Swimmers During a Competitive Season. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2562–2568
- Beach, M. L., Whitney, S. L., & Dickoff-Hoffman, S. (1992). Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 16(6), 262–8.
- Blanch, P. (2004). Conservative management of shoulder pain in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 5(3), 109–124.
- Bohannon, R. W., & Smith, M. B. (1989). Intrasession reliability of angle specific knee extension torque measurements with gravity corrections. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 11(4), 155-157.

- Brown, L. E. (2000a). Isokinetics exercise and Human Performance. *National Strength & Conditioning Association*, 22(4), 53-54.
- Carvalho, P., Puga, N. (2010). A avaliação isocinética - joelho. *Revista de Medicina Desportiva In Forma*, 1(4), 26–28.
- Castro, F., Minghelli, F., Floss, J., & Guimaraes, A. (2003). Body roll angles in front crawl swimming at different velocities. *Biomechanics and medicine in swimming IX*, 111-114.
- Cingel, R., Kleinrensinkb, G., Mulderc, P., Bied, R., & Kuiperse, H. (2007). Isokinetic strength values, conventional ratio and dynamic control ratio of shoulder rotator muscles in elite badminton players. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(4), 287–293.
- Counsilman, J.E. (1968). *The Science of Swimming*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ebaugh, D. D., McClure, P. W., & Karduna, A. R. (2006). Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *Journal of electromyography and kinesiology*, 16(3), 224–35.
- Edouard, P., Calmels, P. & Degache, F. (2009). The effect of gravitational correction on shoulder internal and external rotation strength. *Isokinetics and Exercise Science*, 17(1), 35-39.
- Edouard, P., Codine, P., Samozino, P., Bernard, P.-L., Hérisson, C., & Gremeaux, V. (2013). Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 16(2), 162–5.

- Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2000). The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 338-350.
- Ellenbecker, T., & Roetert, E. P. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 6(1), 63–70.
- Evershed, J., Burkett, B., & Mellifont, R. (2013). Physical Therapy in Sport Musculoskeletal screening to detect asymmetry in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 2–7.
- Evershed, J., Burkett, B., & Mellifont, R. (2013). Physical Therapy in Sport Musculoskeletal screening to detect asymmetry in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 2–7.
- Hughes, P. C., Green, R. a, & Taylor, N. F. (2012). Measurement of subacromial impingement of the rotator cuff. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 15(1), 2–7.
- Leroux, J. L., Codine, P., Thomas, E., Pocholle, M., Mailhe, D., & Blotman, F. (1994). Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with impingement syndrome. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 304, 108-115.
- Maglischo, E. W. (1993). *Swimming even faster*. California: Mayfield Publishing Company.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fasted, The essential reference on technique, training, and program design*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc.

- Morouço P, Keskinen KL, Vilas-Boas JP, & Fernandes RJ. (2011a) Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *J Appl Biomech*; 27:161-169.
- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J. J., Garrido, N., Marinho, D. a., & Marques, M. C. (2011b). Associations Between Dry Land Strength and Power Measurements with Swimming Performance in Elite Athletes: a Pilot Study. *Journal of Human Kinetics*, (-1), 105–112.
- Morouço, P. (2012). Tethered swimming and dry land force parameters. Useful tools to characterize front crawl performance in both genders. *Doctoral Thesis in Sport Sciences*. University of Beira Interior, Research Centre in Sport, Health and Human Development.
- Neiva, H., Morouço, P., Silva, A. J., Marques, M. C., & Marinho, D. a. (2011). The Effect Of Warm-up on Tethered Front Crawl Swimming Forces. *Journal of Human Kinetics*, (-1), 113–119.
- O'Donnell, C. J., Bowen, J., & Fossati, J. (2005). Identifying and Managing Shoulder Pain in Competitive Swimmers. How to Minimize Training Flaws and Other Risks. *The Physician and SportsMedicine*, 33(9), pp. 27-35.
- Perrin, D. H. (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment*. Champaign, IL.
- Perrin, D., Haskvitz, E., & Weltman, A. (1991). Effect of gravity correction on isokinetic average force of the quadriceps and hamstring muscle groups in women runners. *Isokinetics and Exercise Science*, 1, 99-102.
- Pessoa Filho, D. M., & Denadai, B. S. (2008). Mathematical Basis for Modeling Swimmer Power Output in the Front Crawl Tethered Swimming: An Application to Aerobic Evaluation. *The Open Sports Sciences Journal*, 1(1), 31–37.

- Ramsi, M., Swanik, K. A., Swanik, C., Straub, S., & Maltacola, C. (2004). Shoulder-Rotator Strength of High School Swimmers Over the Course of a Competitive Season. *Journal of Sport Rehabilitation*, 13(1), 9-18.
- Rego, P., (2009). Anatomia da Cintura Escapular. Em Cartucho, A., Mendes, J., (2009), *O Ombro*, 1-16. Lousã: Lidel
- Reilly, M. F., Kame, V. D., Termin, B., Tedesco, M. E., & Pendergast, D. R. (1990). Relationship between freestyle swimming speed and stroke mechanics to isokinetic muscle function. *Journal of swimming research*, 6(3), 16-21.
- Rupp, S., Berninger, K., & Hopf, T. (1995). Shoulder problems in high level swimmers--impingement, anterior instability, muscular imbalance? *International Journal of Sports Medicine*, 16(8), 557-562.
- Salvador, E., Cyrino, E., & Gurjão, A. (2005). A comparison of motor performance between men and women in multiple sets of weight exercises. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11(5), 242–245.
- Schlumberger, A., Laube, W., Bruhn, S., Herbeck, B., Dahlinger, M., Fenkart, G., Schmidtbleicher, D., Mayer, F., (2006). Muscle imbalances - fact or fiction? *Isokinetics and Exercise Science*, 14(1), 3-11.
- Stirn, I., Jarm, T., Kapus, V. P., & Strojnik, V. (2011). Evaluation of mean power spectral frequency of EMG signal during 100 metre crawl. *European Journal of Sport Science*, (January), 1–10.
- Swaine IL, Hunter AM, Carlton KJ, Wiles JD, Coleman D. (2010). Reproducibility of limb power outputs and cardiopulmonary responses to exercise using a novel swimming training machine. *International Journal Sports Medicine*, 31, 854-859.

- Taylor, SR., Lees, A., Stratton, G., and MacLaren, DPM. (2001). Reliability of force production in tethered freestyle swimming among competitive age-group swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 19, 12-13
- Taylor SR, Stratton G, MacLaren DP, Lees A. (2003). A longitudinal study of tethered swimming force in competitive age group swimmers. *Portuguese Journal of Sports Science*, 3(2), 75-78.
- Terreri, A. S. A. P., Greve, J. M. D., & Amatuizzi, M. M. (2001). Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Revista Brasileira de Medicina no Esporte*, 7(5), 170-174.
- Tourny-Chollet, C., Seifert, L., & Chollet, D. (2009). Effect of force symmetry on co-ordination in crawl. *International Journal of Sports Medicine*, 3, 182-187.
- Walker, H., Gabbe, B., Wajswelner, H., Blanch, P., & Bennell, K. (2012). Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. *Physical therapy in sport*, 13(4), 243–9.
- Warner, J. J., Micheli, L. J., Arslanian, L. E., Kennedy, J., & Kennedy, R. (1990). Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. *American Journal of Sports Medicine*, 18(4), 366-375.
- Weldon, E. J., & Richardson, A. B. (2001). Upper extremity overuse injuries in swimming. A discussion of swimmer's shoulder. *Clinical Sports Medicine*, 20(3), 423-438.
- West, D., Sole, G., & Sullivan, S. J. (2005). Shoulder external- and internal-rotation isokinetic strength in master's swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 14(1), 12-19.
- Yanai, T., & Hay, J. G. (1996). The mechanics of shoulder impingement in front-crawl swimming. *Medicine and science in exercise and sports*, 28(5), 183.

Yeater, R. A., Martin, R. B., White, M. K., & Kilson, K. H. (1981). Tethered Swimming Forces in the Crawl, Breast and Back Strokes and their relationship to competitive performance. *Journal of Biomechanics*, 8,527-537

ANEXOS

ANEXO 1

Autorizações (Clube, Enc. de Educação de atletas)



Autorização

Tendo por base a intenção de efectuar um projecto de investigação para a realização de uma tese de mestrado na Universidade de Évora, vimos desta forma informar e solicitar a sua colaboração para a referida investigação.

Considerando que na Natação Pura Desportiva as lesões nos ombros são muito comuns e com o objectivo geral de poder contribuir para o conhecimento nesta área, essencialmente ao nível da prevenção, propomo-nos a avaliar os níveis de força e equilíbrio muscular dos rotadores internos e externos do ombro em jovens nadadores e também a produção de força na água.

Para que possamos alcançar o objectivo mencionado, necessitaremos de realizar dois distintos momentos de avaliação:

1º Na Universidade de Évora, recorrendo a um aparelho de avaliação de força isocinética (Biodex System 3) - duração máxima de 30 minutos.

2º Na piscina do Aminata, onde será medido a produção de força no nado amarrado.

Vimos então pedir a sua colaboração, agradecendo desde já a disponibilidade e participação neste projecto. Todos os dados serão tratados de forma confidencial e usados exclusivamente para fins académicos/científicos.

Eu, _____, portador do BI nº _____
declaro que li e compreendi as características do projecto exposto, e autorizo o meu educando _____ a colaborar no estudo supracitado.

_____, _____ de _____ de 2012

Assinatura _____



Pedido de Autorização

Tendo por base a intenção de efectuar um projecto de investigação para a realização de uma tese de mestrado na Universidade de Évora, vimos desta forma solicitar a colaboração da vossa instituição para a referida investigação.

Considerando que na Natação Pura Desportiva as lesões nos ombros são muito comuns e com o objectivo geral de poder contribuir para o conhecimento nesta área, essencialmente ao nível da prevenção, propomo-nos avaliar os efeitos de uma época desportiva e do treino de compensação nos níveis de força muscular dos rotadores internos e externos dos ombros em jovens nadadores.

Para que possamos alcançar o objectivo mencionado, pretendemos avaliar nadadores (Infantis A e Juvenis – masculinos e femininos) nos seguintes parâmetros: a força e o equilíbrio muscular dos rotadores do ombro. Posteriormente, iremos relacionar os dados com a produção de força dos membros superiores na realização da técnica de crol. As avaliações serão efectuadas em dois momentos distintos:

1º Na Universidade de Évora, recorrendo a um aparelho de avaliação de força isocinética (Biodex System 3) e terão uma duração máxima de 30 minutos.

2º Na piscina do Aminata, onde será medido a produção de força no nado amarrado.

Estamos certos que os dados recolhidos serão de extrema importância, quer para o estudo que pretendemos realizar, quer para caracterizar os vossos nadadores na temática mencionada, prevenindo eventuais descompensações e lesões associadas.

Vimos então solicitar a colaboração do vosso clube, de forma a autorizar-nos a recolher dados junto dos vossos nadadores juvenis.

Comprometemo-nos desde já a conciliar as avaliações e os momentos em que ocorrem com os técnicos responsáveis, para que não exista qualquer incompatibilidade entre as mesmas e os treinos dos nadadores implicados.

Agradecemos desde já a atenção dispensada e despedimo-nos com os melhores cumprimentos.

_____, ____ de _____ de 2012

O Responsável pela Investigação
